



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102401698 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201010289443. 9

(22) 申请日 2010. 09. 17

(71) 申请人 中国科学院海洋研究所

地址 266071 山东省青岛市南海路 7 号

(72) 发明人 曾志刚 王晓媛 张鑫 刘敬彪

章雪挺 任殿慧

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限

公司 21002

代理人 许宗富

(51) Int. Cl.

G01K 7/18(2006. 01)

G01K 7/20(2006. 01)

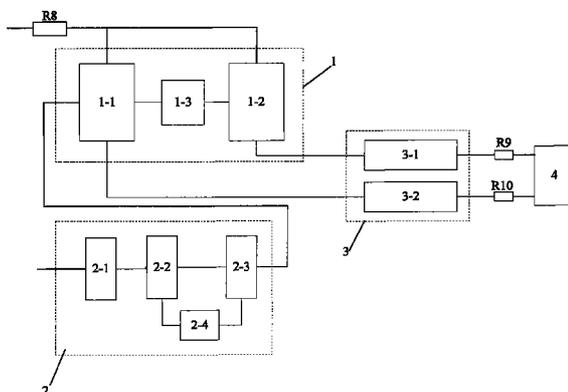
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种海水温度测量系统

(57) 摘要

本发明公开一种海水温度测量系统,包括,非平衡电桥电路单元、恒流源产生电路单元、电压跟随电路单元和滤波放大电路单元;所述非平衡电桥电路单元输入端通过电阻 R8 与直流电压的正极相连;所述非平衡电桥电路单元输出端与所述电压跟随电路单元相连;所述恒流源产生电路单元的输出端与所述非平衡电桥电路单元相连;所述电压跟随电路单元通过电阻 R9、电阻 R10 与滤波放大电路单元相连;所述恒流源产生电路单元的输入端与 +5V 电源相连。本发明具有灵敏度高、稳定性好、使用寿命长等特点,测量精度远高于传统的热电偶或压力式测温仪,在海水常规测温范围 (-2℃~ 30℃) 内,具有明显的技术优势。



1. 一种海水温度测量系统,其特征在于:包括,非平衡电桥电路单元、恒流源产生电路单元、电压跟随电路单元和滤波放大电路单元;

所述非平衡电桥电路单元输入端通过电阻 R8 与直流电压的正极相连;

所述非平衡电桥电路单元输出端与所述电压跟随电路单元相连;

所述恒流源产生电路单元的输出端与所述非平衡电桥电路单元相连;

所述电压跟随电路单元通过电阻 R9、电阻 R10 与滤波放大电路单元相连;

所述恒流源产生电路单元的输入端与 +5V 电源相连。

2. 按权利要求 1 所述的海水温度测量系统,其特征在于:

所述非平衡电桥电路单元由非平衡电桥电路左桥臂、非平衡电桥的右桥臂及隔离电路组成;

所述非平衡电桥电路左桥臂一端与分压电阻 R8 相连,另一端与隔离电路一端相连;

所述隔离电路另一端与三线制非平衡电桥的右桥臂相连,通过隔离电路将非平衡电桥电路单元的左桥臂和右桥臂隔离。

3. 按权利要求 1 所述的海水温度测量系统,其特征在于:

所述恒流源产生电路单元由基准电压源电路,放大比较电路,调整电路和采样电路组成;

所述基准电压电路的输出端与放大比较电路的反相输入端相连,放大比较器电路的输出端与调整电路的三极管 Q1 的栅极相连,调整电路的晶体管 T1 与采样电路相连,采样电路的反馈电阻 R11 与放大比较电路正向输入端相连;

所述恒流源产生电路单元通过基准电压源电路为三线制非平衡电桥电路的左桥臂提供恒定电流,实现电桥电路的线性供电。

4. 按权利要求 1 所述的海水温度测量系统,其特征在于:

所述电压跟随电路单元主要包含第一、二电压跟随器;第一电压跟随器包括运算放大器 U3,第二电压跟随器包括运算放大器 U4;运算放大器 U3 的同相输入端与非平衡电桥电路左桥臂的电阻 R5 的一端相连,运算放大器 U3 的反相输入端与其自己的输出端相连,形成第一电压跟随器;

所述运算放大器 U4 的同相输入端连接在非平衡电桥电路左桥臂的电阻 R4、电阻 R5 之间,运算放大器 U4 的反相输入端与其自己的输出端相连,形成第二电压跟随器;

所述电压跟随电路单元提高输入阻抗,将非平衡电桥电路单元与滤波放大电路单元进行缓冲和隔离。

5. 按权利要求 1 所述的海水温度测量系统,其特征在于:

所述放大滤波电路单元主要包括运算放大器 U5,电阻 R12,电阻 R13,电阻 R14,电阻 R15,滤波电容 C3,滤波电容 C4,运算放大器 U6;

所述运算放大器 U5 的正向输入端与第一电压跟随器的运算放大器 U3 的输出端相连,运算放大器 U5 的反相输入端与第二电压跟随器的运算放大器 U4 的输出端相连,于运算放大器 U5 的同相输入端与输出端之间并联接有电阻 R15;

所述运算放大器 U5 的反相输入端与电阻 R12 一端相连,电阻 R12 的另一端接地;运算放大器 U5 的输出端与电阻 R13 的一端相连,电阻 R13 另一端与电阻 R14 的一端相连,电阻 R14 的另一端与运算放大器 U6 的同相输入端相连;所述滤波电容 C3 一端与电阻 R14 相连,

另一端与运算放大器 U6 的反相输入端相连 ;所述滤波电容 C4 一端与运算放大器 U6 的同相输入端相连,另一端接地 ;运算放大器 U6 的输出端与反相输入端相连 ;

所述放大滤波电路单元主要对信号进行放大,滤波,方便后级采样电路对信号的采样。

6. 按权利要求 1 所述的海水温度测量系统,其特征在于 :

所述非平衡电桥电路单元包括可调电阻 R1,第一引线电阻 R4,第二引线电阻 R5,第三引线电阻 R6,测温铂电阻 R100,隔离放大器 U1,第一精密电阻 R2,第二精密电阻 R3 ;

所述分压电阻 R8 一端与直流电源的正极的相连,分压电阻 R8 的另一端与可调电阻 R1 的一端相连,所述可调电阻 R1 的另一端与第一引线电阻 R4 相连,所述第一引线电阻 R4 的另一端分别与第二引线电阻 R5、测温铂电阻 R100 的一端相连,所述测温铂电阻 R100 的另一端分别与调整电路 2-3 的晶体管 T1 的集电极及第三引线电阻 R6 一端相连,所述第一、二精密电阻 R2、R3 组成电桥的右桥臂,其中第二精密电阻 R2 的一端与分压电阻 R8 相连,另一端与第二精密电阻 R3 相连 ;所述隔离放大器 U1 的同相向输入端与第三引线电阻 R6 相连,隔离放大器 U1 的反相输入端与右桥臂的第二精密电阻 R3 相连,隔离放大器 U1 的输出端与其反相输入端相连。

7. 按权利要求 1 所述的海水温度测量系统,其特征在于 :

所述基准电压电路的输出电压为 2.5V,其通过放大比较器电路和调整电路采集采样电路中采样电阻 R11 的电压,然后与基准电压比较,得到一个电压差值 ;

所述基准电压电路通过比较放大器 U2 放大后与晶体管 T1 相连,通过电压差值调控晶体管 T1,改变晶体管 T1 c-e 之间的电压降,从而达到恒流的目的 ;当 I_{ce} 变大时,电阻 R11 上的压降变大,而基准电压不变,因此,比较放大器的输出变小,晶体管 T1 的基极电流变小,从而 I_{ce} 下降 ;当 I_{ce} 变小时,调整过程相反。

一种海水温度测量系统

技术领域

[0001] 本发明属于海洋工程技术领域,具体涉及一种基于铂热电阻传感器的高稳定性海水温度测量装置。

技术背景

[0002] 海水温度是反映海水热状况的一个物理量,也是海洋水文状况监测中最重要的因子之一,常作为研究水团性质,描述水团运动的基本指标。目前测量海水温度的探头主要有热敏电阻、铂热电阻和热电偶。热电偶主要在高温测温条件下具有优势,如热液喷口附近的温度传感主要采用热电偶测温原理设计,但热电偶温度计在海水常规温度测温范围内精度不高。热敏电阻与铂电阻的精度基本在同一个量级,其中热敏电阻成本低、易于制作,而铂电阻的线性度较好,稳定性更强,但由于阻值较小,需要复杂的调理电路而显得设计成本较高。目前国内外 CTD 剖面仪内的温度传感器广泛采用热敏电阻,该方法稳定性有所欠缺,测温频率与温度值之间的标定公式复杂。

发明内容

[0003] 本发明的目的是针对现有海水温度测量电路的不足,提供一种针对海水常规测温范围($-2^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$)基于铂热电阻的高稳定性海水温度测量装置。

[0004] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0005] 一种海水温度测量系统,包括,非平衡电桥电路单元、恒流源产生电路单元、电压跟随电路单元和滤波放大电路单元;所述非平衡电桥电路单元输入端通过电阻 R8 与直流电压的正极相连;所述非平衡电桥电路单元输出端与所述电压跟随电路单元相连;所述恒流源产生电路单元的输出端与所述非平衡电桥电路单元相连;所述电压跟随电路单元通过电阻 R9、电阻 R10 与滤波放大电路单元相连;所述恒流源产生电路单元的输入端与 +5V 电源相连。

[0006] 所述非平衡电桥电路单元由非平衡电桥电路左桥臂、非平衡电桥的右桥臂及隔离电路组成;所述非平衡电桥电路左桥臂一端与分压电阻 R8 相连,另一端与隔离电路一端相连;所述隔离电路另一端与三线制非平衡电桥的右桥臂相连,通过隔离电路将非平衡电桥电路单元的左桥臂和右桥臂隔离。

[0007] 所述恒流源产生电路单元由基准电压源电路,放大比较电路,调整电路和采样电路组成;所述基准电压电路的输出端与放大比较电路的反相输入端相连,放大比较器电路的输出端与调整电路的三极管 Q1 的栅极相连,调整电路的晶体管 T1 与采样电路相连,采样电路的反馈电阻 R11 与放大比较电路正向输入端相连;所述恒流源产生电路单元通过基准电压源电路为三线制非平衡电桥电路的左桥臂提供恒定电流,实现电桥电路的线性供电。

[0008] 所述电压跟随电路单元主要包含第一、二电压跟随器;第一电压跟随器包括运算放大器 U3,第二电压跟随器包括运算放大器 U4;运算放大器 U3 的同相输入端与非平衡电桥电路左桥臂的电阻 R5 的一端相连,运算放大器 U3 的反相输入端与其自己的输出端相连,形

成第一电压跟随器；所述运算放大器 U4 的同相输入端连接在非平衡电桥电路左桥臂的电阻 R4、电阻 R5 之间，运算放大器 U4 的反相输入端与其自己的输出端相连，形成第二电压跟随器；所述电压跟随电路单元提高输入阻抗，将非平衡电桥电路单元与滤波放大电路单元进行缓冲和隔离。

[0009] 所述放大滤波电路单元主要包括运算放大器 U5，电阻 R12，电阻 R13，电阻 R14，电阻 R15，滤波电容 C3，滤波电容 C4，运算放大器 U6；所述运算放大器 U5 的正向输入端与第一电压跟随器的运算放大器 U3 的输出端相连，运算放大器 U5 的反相输入端与第二电压跟随器的运算放大器 U4 的输出端相连，于运算放大器 U5 的同相输入端与输出端之间并联接有电阻 R15；所述运算放大器 U5 的反相输入端与电阻 R12 一端相连，电阻 R12 的另一端接地；运算放大器 U5 的输出端与电阻 R13 的一端相连，电阻 R13 另一端与电阻 R14 的一端相连，电阻 R14 的另一端与运算放大器 U6 的同相输入端相连；所述滤波电容 C3 一端与电阻 R14 相连，另一端与运算放大器 U6 的反相输入端相连；所述滤波电容 C4 一端与运算放大器 U6 的同相输入端相连，另一端接地；运算放大器 U6 的输出端与反相输入端相连；所述放大滤波电路单元主要对信号进行放大，滤波，方便后级采样电路对信号的采样。

[0010] 所述非平衡电桥电路单元包括可调电阻 R1，第一引线电阻 R4，第二引线电阻 R5，第三引线电阻 R6，测温铂电阻 R100，隔离放大器 U1，第一精密电阻 R2，第二精密电阻 R3；所述分压电阻 R8 一端与直流电源的正极的相连，分压电阻 R8 的另一端与可调电阻 R1 的一端相连，所述可调电阻 R1 的另一端与第一引线电阻 R4 相连，所述第一引线电阻 R4 的另一端分别与第二引线电阻 R5、测温铂电阻 R100 的一端相连，所述测温铂电阻 R100 的另一端分别与调整电路 2-3 的晶体管 T1 的集电极及第三引线电阻 R6 一端相连，所述第一、二精密电阻 R2、R3 组成电桥的右桥臂，其中第二精密电阻 R2 的一端与分压电阻 R8 相连，另一端与第二精密电阻 R3 相连；所述隔离放大器 U1 的同相向输入端与第三引线电阻 R6 相连，隔离放大器 U1 的反相输入端与右桥臂的第二精密电阻 R3 相连，隔离放大器 U1 的输出端与其反相输入端相连。

[0011] 所述基准电压电路的输出电压为 2.5V，其通过放大比较器电路和调整电路采集采样电路中采样电阻 R11 的电压，然后与基准电压比较，得到一个电压差值；所述基准电压电路通过比较放大器 U2 放大后与晶体管 T1 相连，通过电压差值调控晶体管 T1，改变晶体管 T1 c-e 之间的电压降，从而达到恒流的目的；当 I_{ce} 变大时，电阻 R11 上的压降变大，而基准电压不变，因此，比较放大器的输出变小，晶体管 T1 的基极电流变小，从而 I_{ce} 下降；当 I_{ce} 变小时，调整过程相反。

[0012] 本发明的优点：

[0013] 1、本发明利用恒流源产生电路单元驱动非平衡电桥电路单元，采用铂热电阻传感器为感应器，并利用三线制接线方式连接铂热电阻，可以在很大程度上补偿非平衡电桥电路单元的非线性，克服由引线电阻长期变化带来的时变误差，从而实现高稳定性的海水温度测量。

[0014] 2、本发明具有灵敏度高、稳定性好、使用寿命长等特点，测量精度远高于传统的热电偶或压力式测温仪，在海水常规测温范围（ $-2^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ）内，具有明显的技术优势。

附图说明

[0015] 下面根据附图和具体实施例对本发明作进一步的阐述。

[0016] 图 1 是本发明的电路结构框图；

[0017] 图 2 是图 1 中三线制非平衡电桥电路单元图；

[0018] 图 3 是图 1 中恒流源产生电路单元图；

[0019] 图 4 是图 1 中两路电压跟随电路单元图；

[0020] 图 5 是图 1 中放大滤波电路单元图。

具体实施方式

[0021] 如图 1、2、3、4、5 所示,一种海水温度测量系统,包括,非平衡电桥电路单元 1、恒流源产生电路单元 2、电压跟随电路单元 3 和滤波放大电路单元 4;所述非平衡电桥电路单元 1 输入端通过分压电阻 R8 与直流电压的正极相连;所述非平衡电桥电路单元 1 输出端与所述电压跟随电路单元 3 相连;所述非平衡电桥电路单元 1 输出端与所述恒流源产生电路单元 2 相连;所述电压跟随电路单元 3 通过电阻 R9、电阻 R10 与滤波放大电路单元 4 相连;所述恒流源产生电路单元 2 一端与 +5V 电源相连。

[0022] 所述非平衡电桥电路单元 1 由非平衡电桥电路左桥臂 1-1、非平衡电桥的右桥臂 1-2 及隔离电路 1-3 组成;所述非平衡电桥电路左桥臂 1-1 一端与分压电阻 R8 相连,另一端与隔离电路 1-3 一端相连;所述隔离电路 1-3 另一端与三线制非平衡电桥的右桥臂 1-2 相连,通过隔离电路 1-3 将非平衡电桥电路单元 1 的左桥臂 1-1 和右桥臂 1-2 隔离,使左右桥的电流互不影响。

[0023] 所述非平衡电桥电路单元 1 的电路包括:可调电阻 R1,第一引线电阻 R4,第二引线电阻 R5,第三引线电阻 R6,测温铂电阻 R100,隔离放大器 U1,第一精密电阻 R2,第二精密电阻 R3;所述分压电阻 R8 一端与直流电源的正极的相连,分压电阻 R8 的另一端与可调电阻 R1 的一端相连,所述可调电阻 R1 的另一端与第一引线电阻 R4 相连,所述第一引线电阻 R4 的另一端分别与第二引线电阻 R5、测温铂电阻 R100 的一端相连,所述测温铂电阻 R100 的另一端分别与调整电路 2-3 的晶体管 T1 的集电极及第三引线电阻 R6 一端相连,所述第一、二精密电阻 R2、R3 组成电桥的右桥臂 1-2,其中第二精密电阻 R2 的一端与分压电阻 R8 相连,另一端与第二精密电阻 R3 相连;所述隔离放大器 U1 的同相向输入端与第三引线电阻 R6 相连,隔离放大器 U1 的反相输入端与右桥臂 1-2 的第二精密电阻 R3 相连,隔离放大器 U1 的输出端与其反相输入端相连。

[0024] 所述恒流源产生电路单元 2 由基准电压源电路 2-1,放大比较电路 2-2,调整电路 2-3 和采样电路 2-4 组成;所述基准电压电路 2-1 的输出端与放大比较电路 2-2 的反相输入端相连,放大比较器电路 2-2 的输出端与调整电路 2-3 的三极管 Q1 的栅极相连,调整电路 2-3 的晶体管 T1 与采样电路 2-4 相连,采样电路 2-4 的采样电阻 R11 与放大比较电路 2-2 正向输入端相连;所述恒流源产生电路单元 2 通过基准电压源电路 2-1 为非平衡电桥电路 1 的左桥臂提供恒定电流,实现电桥电路的线性供电,消除传统恒压源电桥的非线性。

[0025] 恒流源产生电路单元 2 电路包括:分压电阻 R7,基准电压产生芯片 TL431,第一滤波电容 C1,集成运算放大器 U1,第一调整管 Q1,第二调整管 T1,采样电阻 R11,第二滤波电容 C2。所述分压电阻 R7 的一端接直流输入电压的正极,另一端接基准电压芯片 T431,基准电压芯片 T431 的输出端接滤波电容 C1,第一滤波电容 C1 接集成运算放大器 U1 的反相输入

端,集成运算放大器 U1 的输出端接三极管 Q1 的栅极,三极管 Q1 的源极与晶体管 T1 的集电极相连,三极管 Q1 的漏极与晶体管 T1 的基极相连接,晶体管 T1 的发射极接采样电阻 R11 的一端,并反馈到集成运算放大器 U1 的同相输入端,第二滤波电容 C2 与采样电阻 R11 并联接地。

[0026] 所述电压跟随电路单元 3 主要包含第一、二电压跟随器 3-1、3-2;第一电压跟随器包括运算放大器 U3,第二电压跟随器 3-2 包括运算放大器 U4;运算放大器 U3 的同相输入端与非平衡电桥电路左桥臂 1-1 的电阻 R5 的一端相连,运算放大器 U3 的反相输入端与其自己的输出端相连,形成第一电压跟随器 3-1;运算放大器 U4 的同相输入端连接在非平衡电桥电路左桥臂 1-1 的电阻 R4、电阻 R5 之间,运算放大器 U4 的反相输入端与其自己的输出端相连,形成第二电压跟随器 3-2;所述电压跟随电路单元 3 提高输入阻抗,将非平衡电桥电路单元 1 与滤波放大电路单元 4 进行缓冲和隔离。电压跟随电路 3 提高了输入阻抗,起到缓冲和隔离前后级电路的作用。

[0027] 所述放大滤波电路单元 4 主要包括运算放大器 U5,电阻 R12,电阻 R13,电阻 R14,电阻 R15,滤波电容 C3,滤波电容 C4,运算放大器 U6;所述运算放大器 U5 的正向输入端与第一电压跟随器 3-1 的运算放大器 U3 的输出端相连,运算放大器 U5 的反相输入端与第二电压跟随器 3-2 的运算放大器 U4 的输出端相连,于运算放大器 U5 的同相输入端与输出端之间并联接有电阻 R15;所述运算放大器 U5 的反相输入端与电阻 R12 一端相连,电阻 R12 的另一端接地;运算放大器 U5 的输出端与电阻 R13 的一端相连,电阻 R13 另一端与电阻 R14 的一端相连,电阻 R14 的另一端与运算放大器 U6 的同相输入端相连;所述滤波电容 C3 一端与电阻 R14 相连,另一端与运算放大器 U6 的反相输入端相连;所述滤波电容 C4 一端与运算放大器 U6 的同相输入端相连,另一端接地;运算放大器 U6 的输出端与反相输入端相连;所述放大滤波电路单元 4 主要对信号进行放大,滤波,方便后级采样电路对信号的采样。

[0028] 基准电压电路 2-1 的输出端与放大比较电路 2-2 的反相输入端相连,放大比较器电路 2-2 的输出端与调整电路 2-3 的 Q1 的栅极相连,调整电路 2-3 的晶体管 T1 与采样电路 2-4 相连,采样电路 2-4 的反馈电阻与放大比较电路 2-2。基准电压电路 2-1 的输出电压为 2.5V,通过反馈网络对取样电阻 R11 上的电压取样,然后与基准电压比较,得到一个差值,将此差值用比较放大器 U2 放大后去控制调整管 T1,改变调整管 c-e 之间的电压降,从而达到恒流的目的。当 I_{ce} 变大时, R11 上的压降变大,而基准电压不变,因此,比较放大器的输出变小,调整管 T1 的基极电流变小,从而 I_{ce} 下降。 I_{ce} 变小时,调整过程相反。

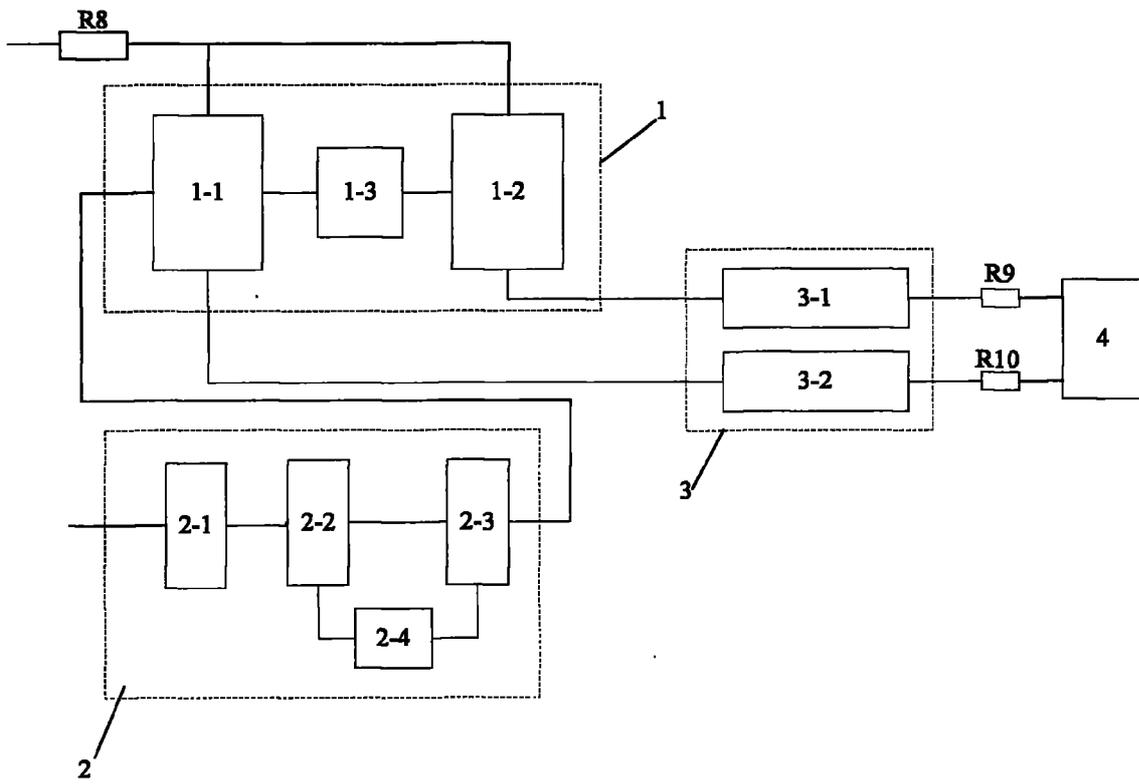


图 1

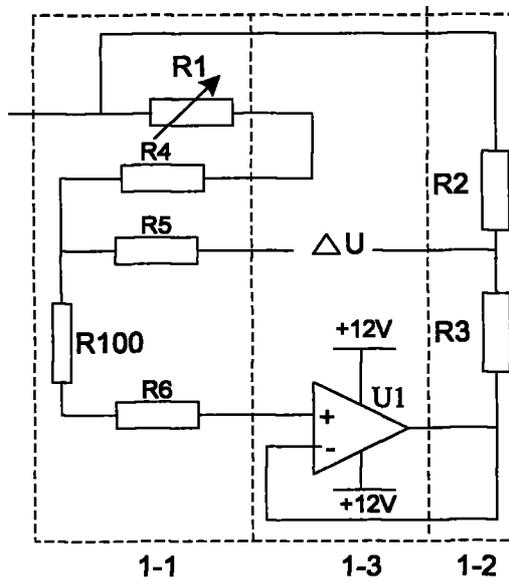


图 2

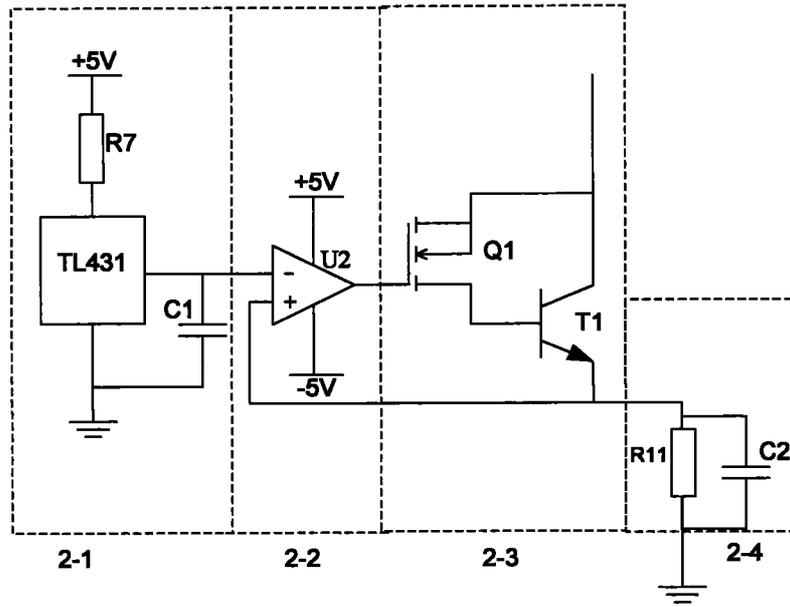


图 3

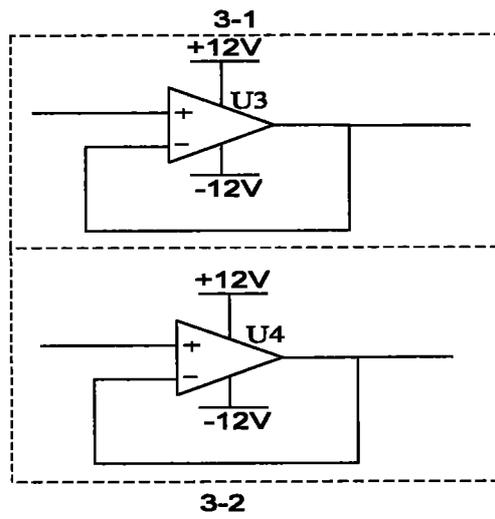


图 4

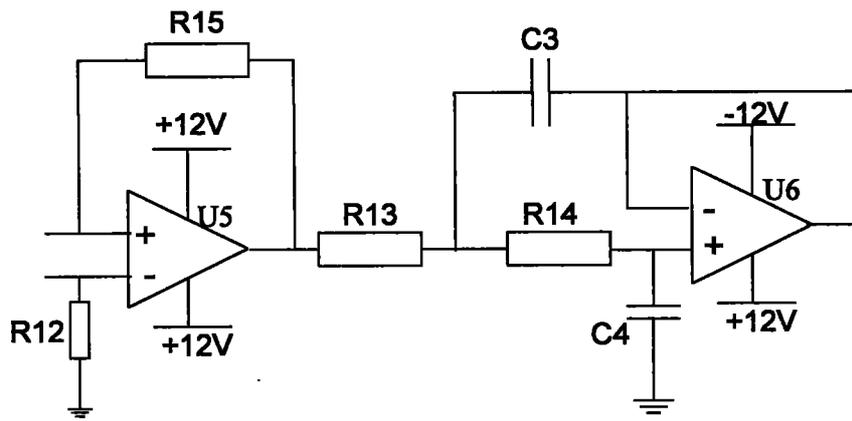


图 5